

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE
KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT VOOR NATUURWETENSCHAPPEN

DOCUMENTS DE TRAVAIL
STUDIEDOCUMENTEN

No
Nr 3

TRANSMISSION DIGITALE
DE MESURES OCÉANOGRAPHIQUES

Jean-Jacques CAPART, Dr. Sc.
Associé de Recherches OTAN

Bruxelles — Brussel
1965

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE
KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT VOOR NATUURWETENSCHAPPEN

V.I.Z.E. (VZW)
VLAAMSE INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLANDERS MARINE INSTITUTE
Oostende - Belgium

DOCUMENTS DE TRAVAIL
STUDIEDOCUMENTEN

30053

No
Nr 3

TRANSMISSION DIGITALE
DE MESURES OCÉANOGRAPHIQUES

Jean-Jacques CAPART, Dr. Sc.
Associé de Recherches OTAN

Bruxelles — Brussel
1965

TABLE DES MATIERES

- I) INTRODUCTION
- I I) BOUEE - Circuits de mesure et de codage
 - 1) Principe - Circuits de mesure
Voltmètre digital
Codeur.
 - 2) Type de code utilisé.
 - 3) Voltmètre digital
 - 4) Codeur
 - 5) Circuit de mesure et générateur de tensions étalonnées
 - 6) Détecteur de zéro
 - 7) Sélecteur de Sondes
 - 8) Construction
 - 9) Performances
- I I I) BOUEE- Circuits auxiliaires et construction mécanique
 - 1) Dispositif de télécommande
 - 2) l'émetteur
 - 3) Alimentation
 - 4) Chassis intérieur
 - 5) Flotteur et accessoires
- I V) STATION PRINCIPALE
 - 1) Installation de télécommande
 - 2) Récepteur et filtres
 - 3) Décodeur

I. INTRODUCTION.

Ce rapport de travail fait état de l'avancement de l'étude entreprise au laboratoire d'Océanographie de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique pour le compte du Sous-Comité d'Océanographie de l'OTAN, sous le nom de "Ship Buoys Project".

Il reprend les principaux éléments d'une publication antérieure et décrit un système de télémesure digitale entre une bouée autonome et une station située à bord d'un bateau.

Lors du dépouillement et de l'interprétation des résultats recueillis par un bateau au cours d'une mission océanographique, il s'avère souvent nécessaire de disposer de données simultanées correspondant à plusieurs endroits du secteur étudié.

Ce fut principalement pour multiplier l'efficacité d'un navire océanographique que le projet fut créé de réaliser des bouées qui transmettraient sur demande des informations par radio.

Ces instruments auraient en outre l'avantage de travailler sans interruption pendant de longues périodes et quel que soit l'état de la mer. Enfin, certaines mesures délicates (acoustiques par exemple) seraient ainsi à l'abri de l'influence du bateau.

L'intérêt de ce projet dépendait de l'acquisition de trois caractéristiques principales :

- 1° Facilité de manipulation. Plusieurs instruments doivent pouvoir être entassés sur le pont d'un bateau; la mise à l'eau et la récupération doivent être faciles et ne pas nécessiter d'engins spéciaux.
- 2° Précision et sensibilité. Le système de transmission des résultats doit pouvoir être adapté sans modifications à un grand nombre de mesures, être précis et ne pas nécessiter de calibrations fréquentes.

La sensibilité de l'électronique permettrait l'emploi de transducteurs précis mais peu sensibles (thermomètres à fil de platine, par exemple).

3° Commande et transmission par radio. La commande de la transmission de données par l'envoi d'un signal d'appel à partir de la station principale sera préférée au déclenchement à intervalles réguliers par une horloge, car :

- elle évite d'encombrer le canal H. F. ; une même longueur d'onde peut servir simultanément pour plusieurs transmissions.
- elle permet de varier à volonté la cadence des mesures suivant l'intérêt du phénomène observé.
- elle facilite la localisation de la bouée par radiogoniométrie.
- elle permet de vérifier le bon fonctionnement de la chaîne de mesures.

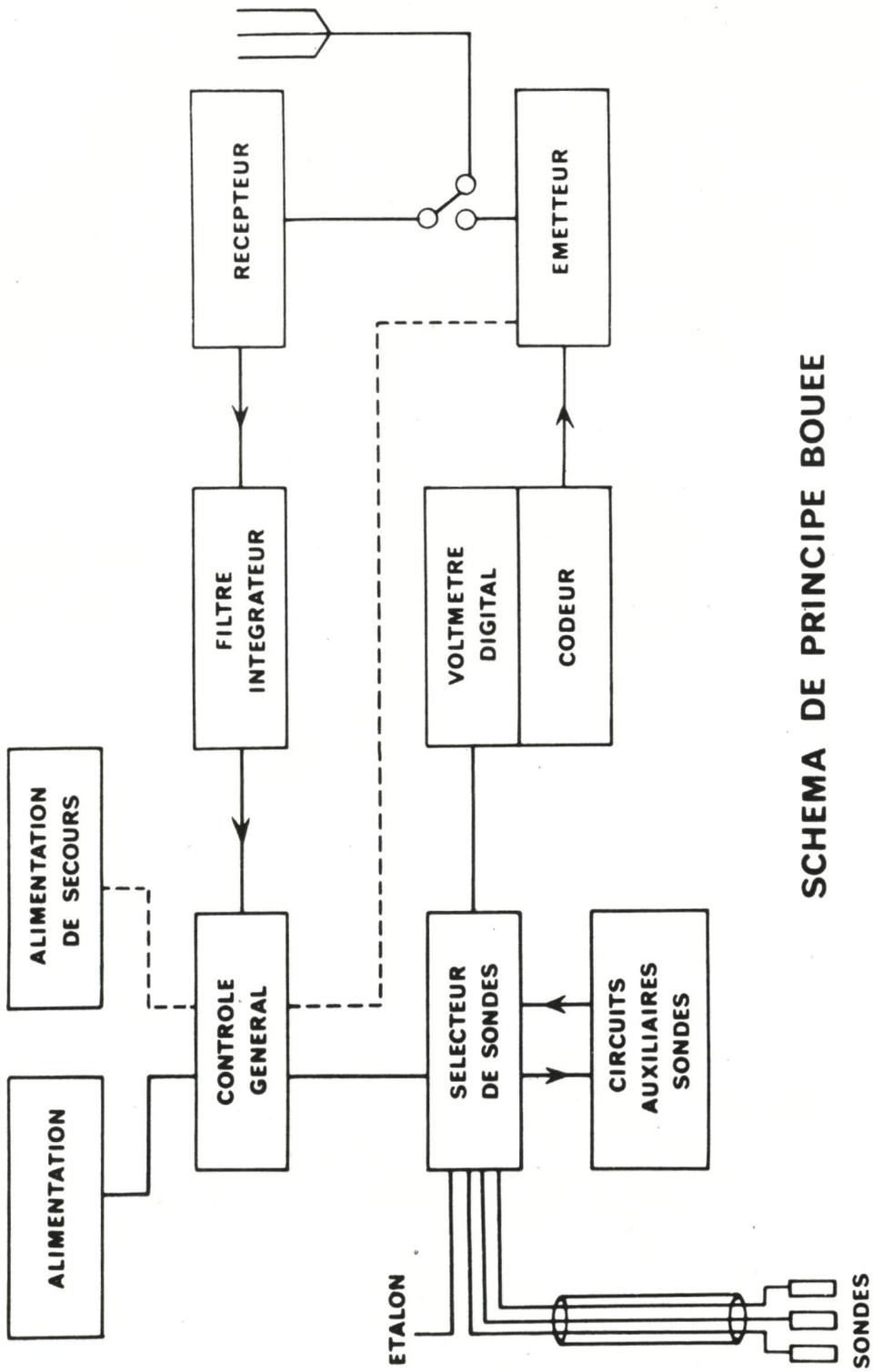
Le mode de transmission des résultats doit, en outre, remplir les conditions suivantes :

- Utiliser le même canal H. F. que celui qui sert au déclenchement par radio.
- Présenter les mesures sous forme de signaux H. F. modulés par une fréquence constante, de façon à permettre l'identification des bouées, améliorer la sécurité de la transmission, etc. . .
- Ne pas être affecté par des parasites ou des interférences.
- Être compatible avec les méthodes modernes de transmission des données; décodage automatique, restitution analogique, enregistrement magnétique.

Ces considérations ont abouti à la conception d'un prototype de système de télémesure.

Cet équipement se compose :

- d'une station principale (à bord ou à terre) servant à la télécommande des bouées, la réception des signaux et au décodage des mesures transmises;
- et d'une ou plusieurs bouées ancrées ou laissées à la dérive. Ces bouées sont équipées d'un émetteur-récepteur, d'un système de codage et d'un certain nombre de sondes.



SCHEMA DE PRINCIPE BOUEE

II. BOUEE. CIRCUITS DE MESURE ET DE CODAGE.

Ce chapitre est consacré aux circuits de mesure et de codage, le détail des autres circuits, ainsi que la description de la construction mécanique font l'objet du chapitre III.

La figure I donne schématiquement la fonction des circuits électroniques utilisés à bord des bouées de télémesure.

I) Principe.

La mesure de grandeurs physiques à partir de la bouée et leur transformation en signaux électriques qui puissent être transmis par radio se fait au moyen des éléments :

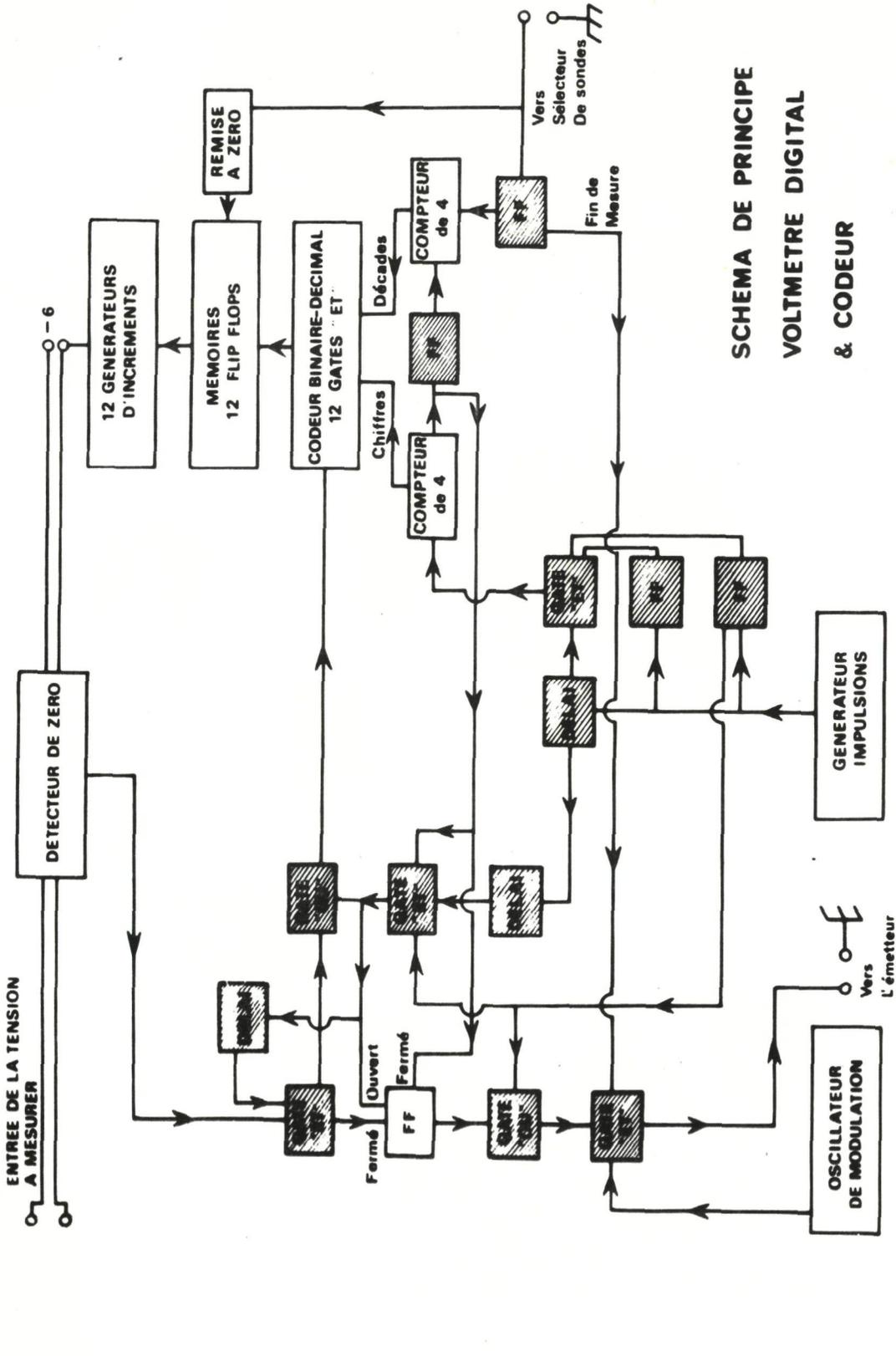
- Sondes et circuit de mesure; la grandeur physique à mesurer est transformée par la sonde appropriée en une différence de potentiel ou une variation de résistance.

Le circuit de mesure adapte ce signal aux caractéristiques du voltmètre digital qui le suit et détermine l'étendue de la gamme mesurée. Les tensions et courants alternatifs peuvent être mesurés moyennant l'inscription d'un convertisseur synchrone.

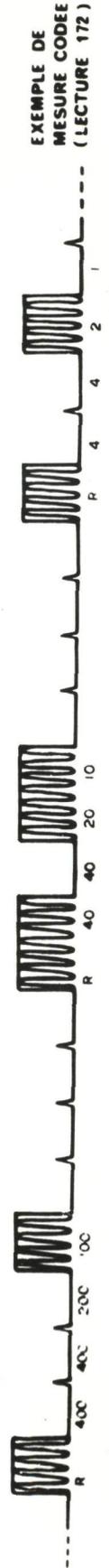
- Sélecteur de sondes : le sélecteur de sondes commute successivement toutes les sondes en insérant chaque fois le circuit de mesure approprié.
- Voltmètre digital. Ce circuit évalue par approximations successives la tension présente à son entrée. Les opérations se font à une cadence constante de façon à pouvoir être utilisées par le codeur.
- Codeur. Le codeur, dont certains éléments sont communs avec le voltmètre digital, en suit les opérations et convertit leur résultat en signaux basse fréquence.

2) Type de code utilisé.

Pour des raisons de sécurité à la transmission, le signal émis se présente sous une forme analogue à un message morse; une succession de périodes modulées et de silences. Chaque période unitaire, de longueur constante correspond à une information binaire : un "1" est figuré par une période modulée, un "0" par un silence. Le nombre d'informations binaires dépend de la complexité du message à transmettre, (un nombre de zéro à mille dans le cas présent) et du choix du système de codage.



**SCHEMA DE PRINCIPE
VOLTREME DIGITAL
& CODEUR**



- Fig. 2 -

Ce dernier doit remplir les conditions :

- correspondre à une électronique simple.
- assurer une bonne intelligibilité de la mesure et permettre un décodage automatique (outre le déchiffage manuel).
- Si, par suite de mauvaises conditions de transmission, une partie d'un message devait manquer, cette absence ne devrait pas affecter la lecture des signaux suivants.

Le code binaire-décimal, bien qu'il augmente de 20% la durée de transmission par rapport au code binaire pur, constitue un bon compromis entre les conditions énoncées. Il consiste à transmettre séparément sous forme binaire tous les chiffres qui forment un nombre donné. La transmission de chaque chiffre est précédée d'une impulsion de repérage. Le code binaire de transmission des chiffres est un code 4421. Un exemple en est donné au bas de la figure 2.

3) Voltmètre digital.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, le voltmètre digital procède par comparaisons successives entre la tension à mesurer et une série de tensions connues variant en ordre croissant (pondérées).

Supposons la gamme de mesure divisée en 1000 unités arbitraires. Au début du cycle, les circuits logiques provoqueront l'apparition d'une première tension connue (400 unités).

La tension à mesurer sera comparée à la tension inconnue au moyen de détecteur de zéro. (voir fig. 2).

Si la tension à mesurer est plus grande, la première tension connue sera retenue et une deuxième (400) lui sera ajoutée.

Si la somme de ces deux tensions est supérieure à la tension à mesurer, le détecteur de zéro provoquera la suppression du deuxième incrément. Le circuit logique introduira ensuite un troisième incrément (200) et ainsi de suite.

Les quatre premiers incréments (400, 400, 200, 100) sont suivis d'autres dix et cent fois plus petits (40, 40, 20, 10, 4, 4, 2, 1). La fonction du circuit logique se résume donc à l'introduction successive d'incréments décroissants et à la suppression éventuelle des incréments trop grands. Lorsque par ce mécanisme d'essais et de refus tous les incréments auront été essayés, la somme de ceux qui auront été retenus sera très proche de la tension à mesurer.

Après avoir effectué une mesure, et en avoir transmis le résultat par l'intermédiaire du codeur, le voltmètre digital envoie une impulsion au sélecteur de sondes. Lorsque toutes les sondes auront été analysées, le sélecteur de sondes mettra la bouée en position de repos jusqu'à une nouvelle actuation.

4) Codeur.

Le codeur transforme les mesures effectuées par le voltmètre digital en alternances de signaux modulés et de périodes de silence. La cadence des opérations étant constante, tous les signaux ont la même longueur, (cette dernière est déterminée par les conditions de transmission radio).

Le codeur effectue les opérations suivantes :

- il produit un signal de repérage avant la transmission de chaque chiffre.
- il émet un signal modulé chaque fois qu'un des incréments essayés par le voltmètre digital a été retenu.
- il intercale un espace entre deux chiffres et un plus grand entre deux mesures (voir fig. 2).

Les signaux sont modulés à une fréquence voisine de 400 cycles. Cette fréquence varie d'une bouée à l'autre, ce qui permet leur identification. De plus, les signaux provenant de plusieurs bouées travaillant simultanément peuvent être enregistrés sur bande et séparés ensuite pour le décodage.

5) Circuit de mesure et générateur de tensions étalonnées.

Les circuits qui engendrent les tensions utilisées par le voltmètre digital, sont connectées directement aux circuits logiques.

FUNCTIONNEMENT DES CIRCUITS DE MESURE

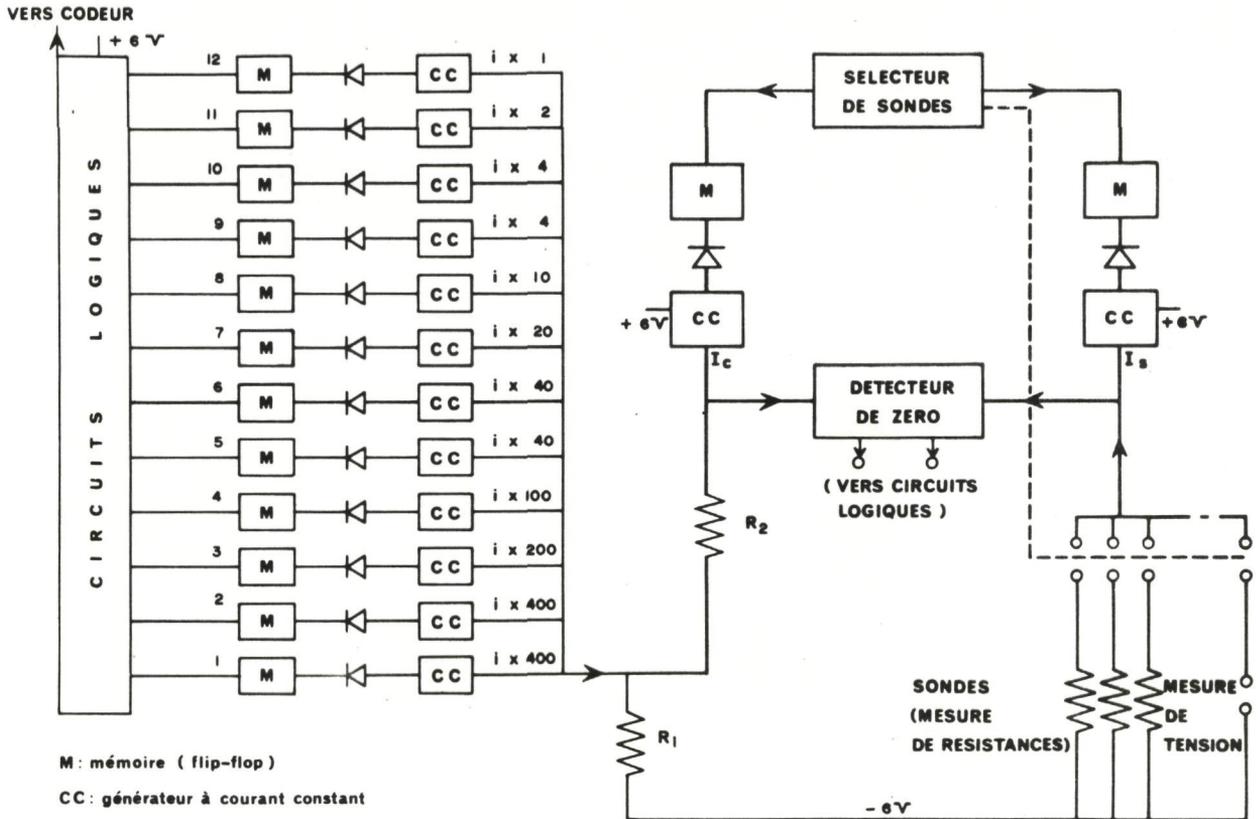
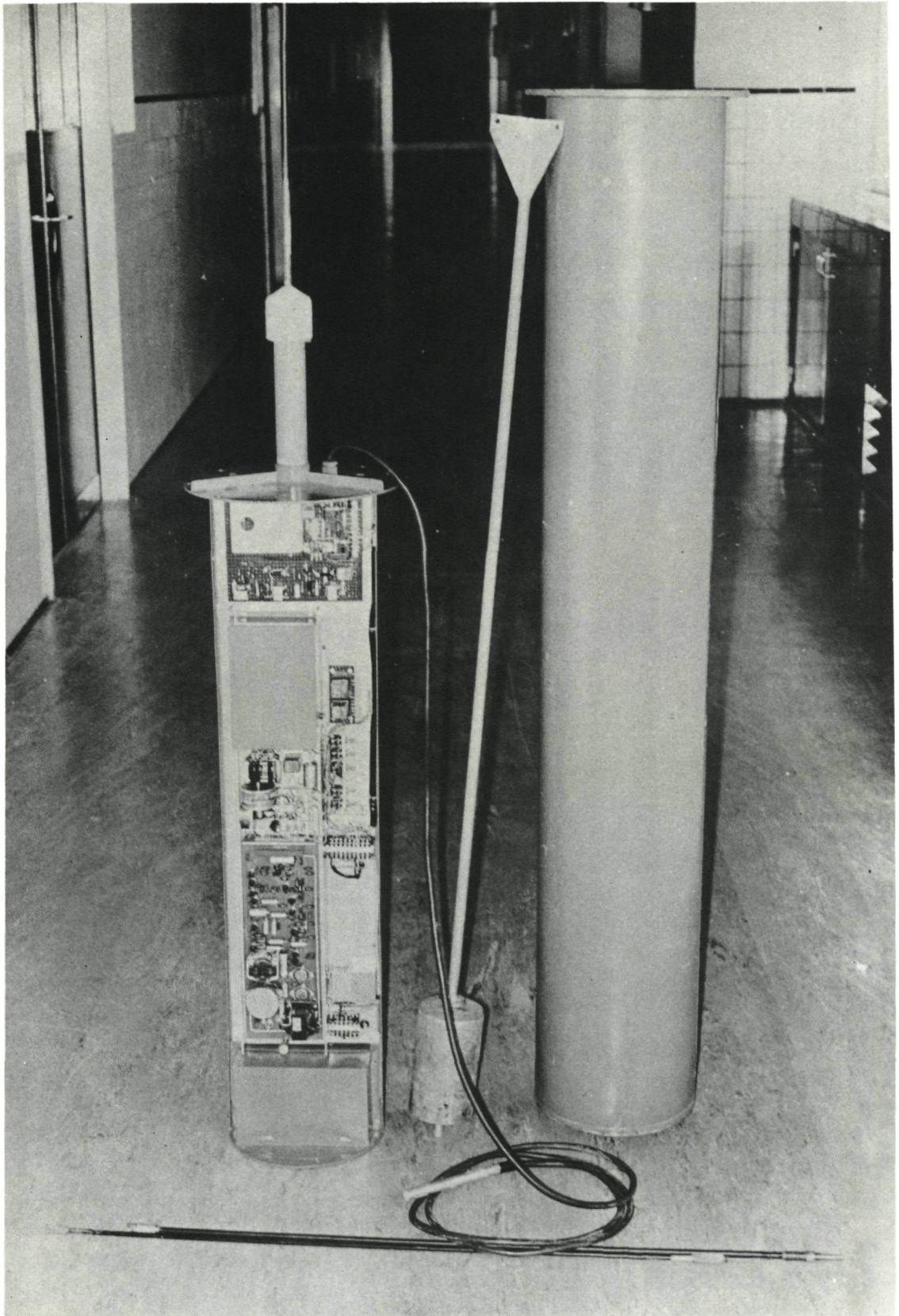
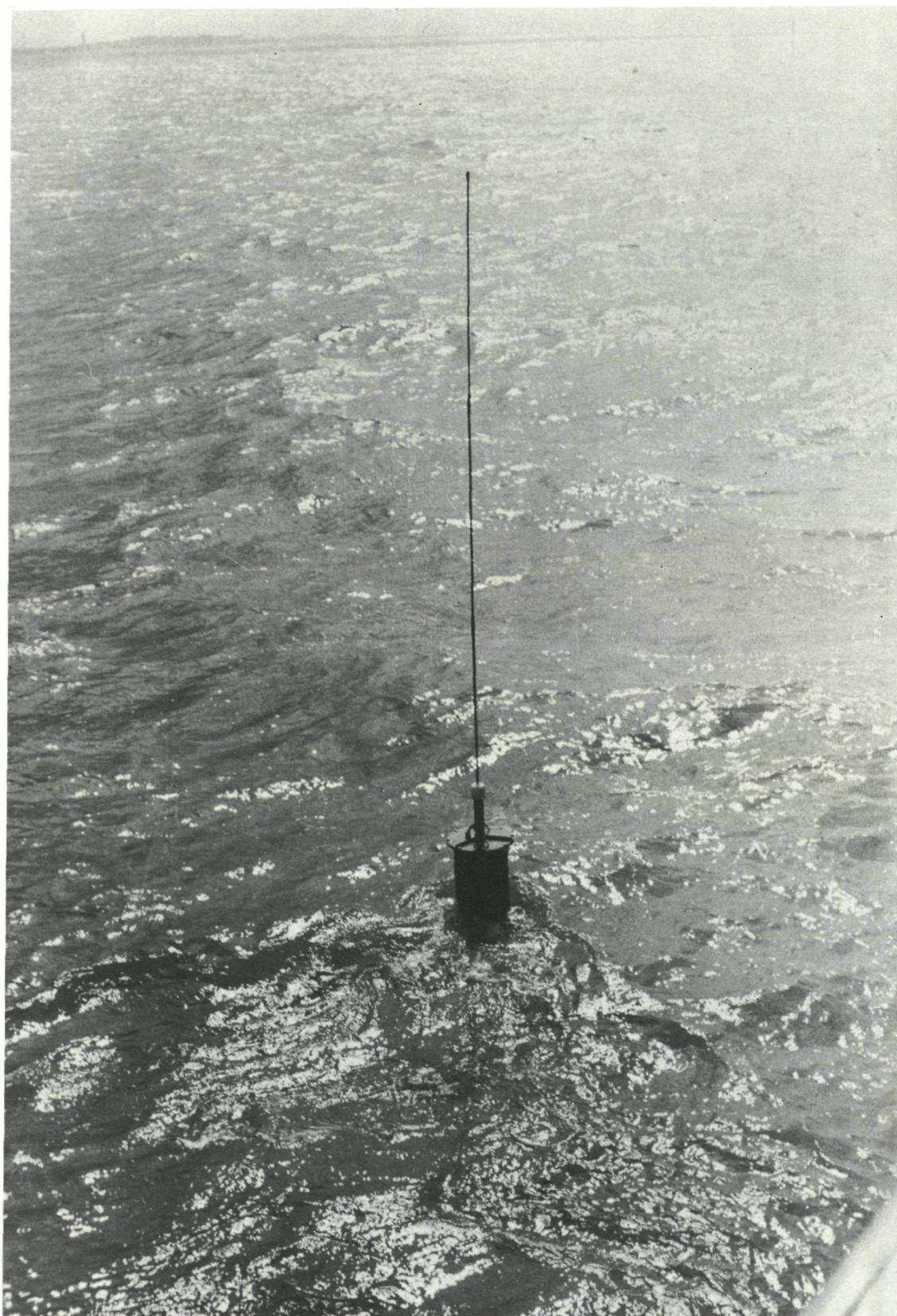


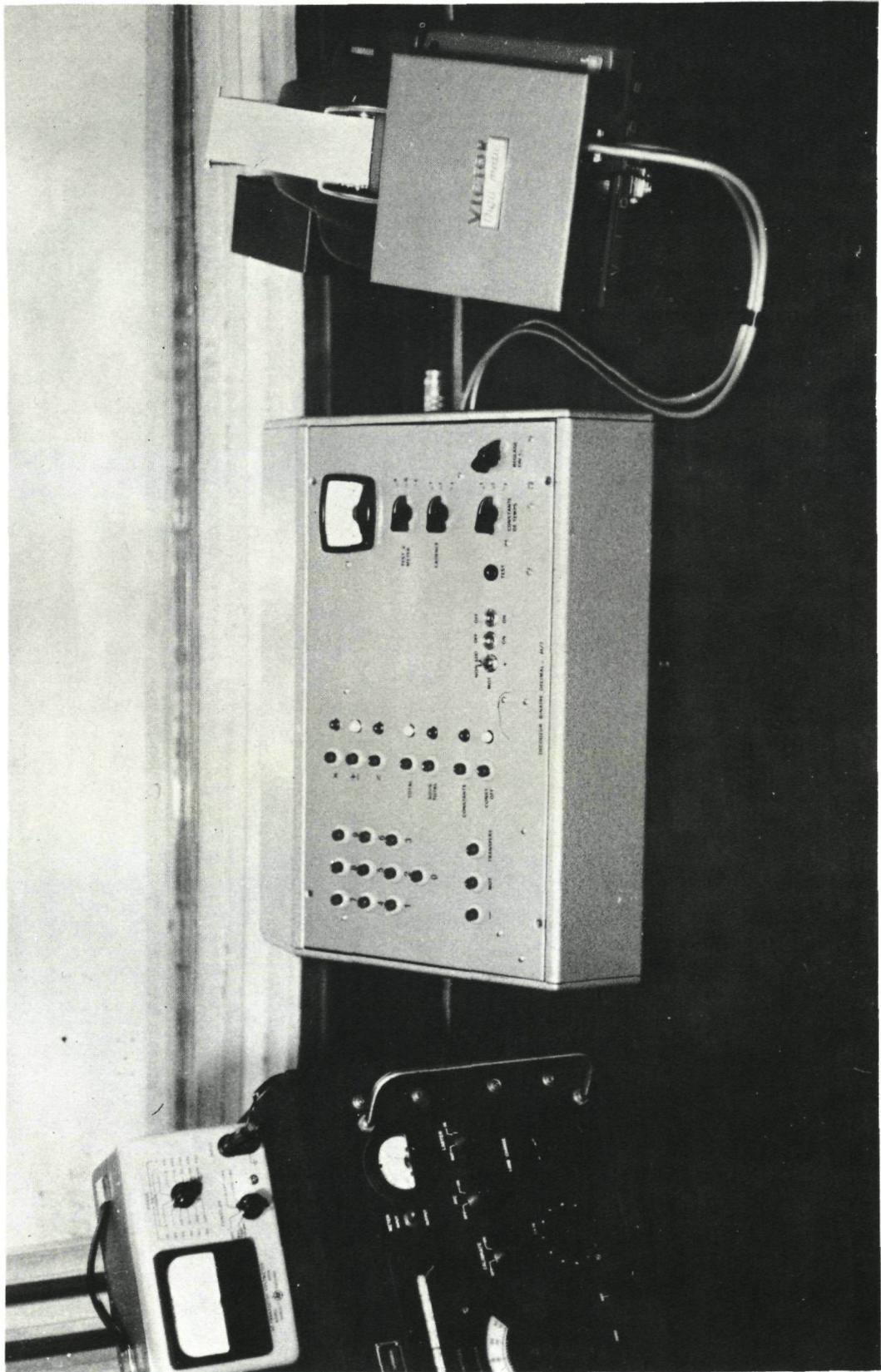
Fig. 3

Leur principe est représenté de façon simplifiée par la fig. 3. Le montage utilise un certain nombre de générateurs à courant constant (c'est-à-dire dont le courant de sortie est constant et ne dépend pas de la tension présente à leurs bornes) connectés à des résistances.

Aucun relais n'est utilisé pour leur construction et ils sont alimentés par la même source de 12 v. que les autres éléments de la bouée.







Les générateurs à courant constant figurés à gauche du schéma ne débitent du courant dans la ligne commune que si les "flip-flops" auxquels ils sont connectés sont dans l'état " I ". Cet état dépend du nombre d'impulsions transmises par les circuits logiques (voir aussi fig. 2).

Si, par exemple, les mémoires 1, 7 et 12 sont bloquées, les générateurs produiront des courants de $400 \times i$, $20 \times i$ et $1 \times i$, respectivement, ce qui correspondra à un courant de 421 unités " i ".

Ces courants sont sommés dans la résistance R_i qui fixe la gamme des tensions mesurables.

L'expansion des gammes (1) et l'alimentation des sondes à résistance variable sont assurées par d'autres générateurs. Montés symétriquement et déclenchés, si nécessaire par le sélecteur des sondes, ces générateurs produisent respectivement les courants I_C et I_S pendant toute la durée d'une mesure.

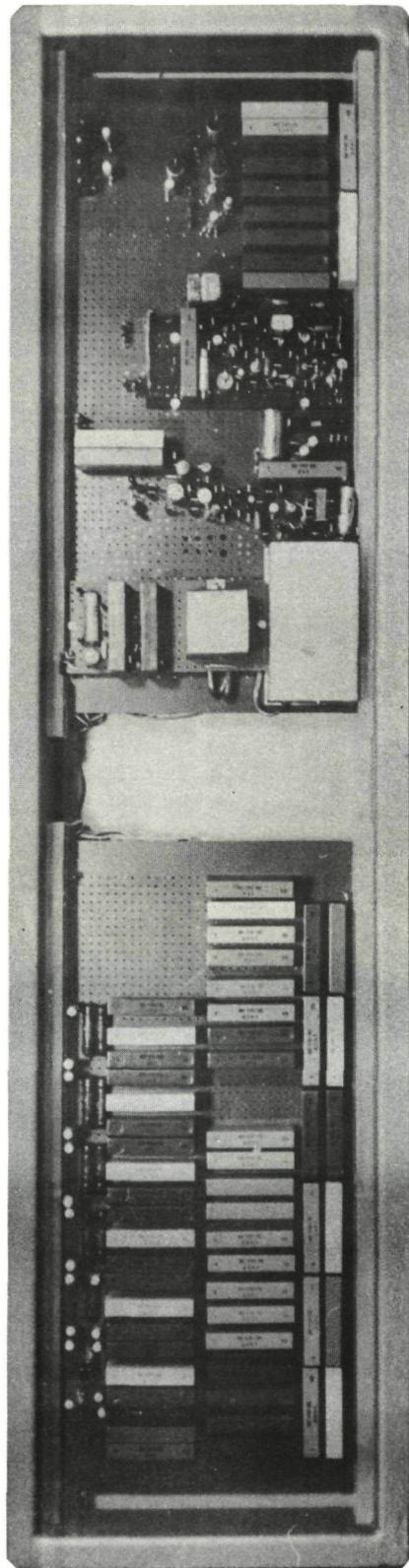
Les courants I_C et I_S sont nuls lors de la mesure simple de tensions. Le courant I_S n'existe que lors de l'utilisation de sondes à résistances et le courant I_C , que pour l'expansion des gammes.

Les tensions à l'entrée du détecteur de zéro se présenteront donc comme suit :

- à droite : soit la tension à mesurer directement soit la tension produite par I_S dans une sonde à résistance.
- à gauche : la somme des deux tensions; l'une variable par incréments et produite par un nombre entier de fois (entre zéro et mille) un courant unitaire i , passant dans la résistance R_1 ; l'autre, constante pendant la durée d'une mesure et produite par le courant I_C dans $R_1 + R_2$.

La construction des divers générateurs est simple; l'emploi d'éléments stables et la symétrie du montage ramènent la dérive due à la température ou aux fluctuations de l'alimentation, à des valeurs très faibles.

(1) Cette fonction consiste, par exemple, dans le cas de la mesure de températures au moyen de sondes à fil de platine, à compenser la résistance à zéro degré de la sonde et ainsi obtenir une meilleure précision entre 0° et 30° C.



6) Détecteur de zéro.

Les détails de construction du détecteur de zéro n'ont pas été mentionnés sur la figure 2. Ils sont classiques. L'utilisation d'un "chopper" suivi d'un amplificateur alternatif et d'un démodulateur synchrone, permet la mesure de tensions faibles sans dérive.

Le vibreur utilisé généralement comme chopper a été remplacé, pour des raisons de consommation, par un montage à transistors.

7) Sélecteur de sondes.

Le sélecteur de sondes utilise un compteur simplifié qui est alimenté par les impulsions de fin de mesure provenant du voltmètre digital.

A chaque impulsion, le compteur avance d'un pas et actionne une sonde différente, par l'intermédiaire d'un "gate" et d'un relais.

Lorsque toutes les sondes ont été explorées deux fois, il envoie une impulsion au circuit de contrôle.

L'émetteur et les circuits de mesure sont alors arrêtés jusqu'à l'actuation suivante.

8) Construction.

La photo (fig. 4) donne une vue de l'électronique telle qu'elle est représentée au schéma de la fig. 1, à l'exception des circuits H. F. qui sont logés dans un boîtier proche de l'antenne.

Les circuits logiques sont réalisés avec des éléments commerciaux; on distingue à droite le codeur, les mémoires et les générateurs à courant constant du voltmètre digital, à gauche, les circuits auxiliaires, le détecteur de zéro et le sélecteur des sondes.

Le montage est tropicalisé et, à l'exception de quatre relais Reed utilisés dans le sélecteur de sondes, ne comporte aucune pièce mécanique mobile.

Il fonctionne dans toutes les orientations, résiste aux chocs et à des températures comprises entre $- 20^{\circ}$ et $+ 60^{\circ}$ C.

9) Performances.

La précision et la sensibilité des mesures effectuées par la bouée dépendent, en principe, de trois éléments :

- les sondes
- le circuit de mesure
- le voltmètre digital.

La transmission des résultats se faisant sous la forme d'une suite d'informations binaires, la précision n'est, en principe, pas affectée par le passage de ces informations par la chaîne : codeur-émetteur de la bouée, récepteur-décodeur de la station principale.

La résolution, c'est-à-dire, la plus petite variation détectable rapportée à l'étendue de la gamme de mesure, dépend de la résolution du voltmètre digital. Celle-ci est fixée à 1/1000, bien qu'il soit possible de la porter à 1/10.000 moyennant une légère complication des circuits.

Les essais subis par le prototype ont démontré que l'on pouvait facilement atteindre une précision de un "digit" c'est-à-dire 1/1000, pour des mesures de résistances.

La mesure des tensions est moins précise; elle dérive en fonction de la température et de la tension d'alimentation. Ceci est dû au fait que les variations de tension de la diode Zéner qui sert d'étalon aux générateurs à courant constant, ne sont plus compensées par la symétrie du montage. L'incertitude sur la lecture peut atteindre 0,4% dans des cas extrêmes; cet inconvénient peut, si nécessaire, être éliminé en stabilisant l'étalon de tension.

La stabilité des circuits de mesure dépend de la sonde utilisée. Grâce à la symétrie du montage et à l'emploi de transistors au silicium, elle est, dans la majorité des cas, supérieure à la précision du voltmètre digital.

Les performances sont souvent limitées par la sensibilité et la linéarité des sondes disponibles; le commentaire de ce problème et des solutions expérimentées au laboratoire dépasse le cadre de cet article.

III. BOUEE. CIRCUITS AUXILIAIRES ET CONSTRUCTION MECANIQUE.

La réalisation des circuits auxiliaires et du flotteur s'inspire d'un prototype antérieur construit au laboratoire en 1962-1963. Nous en rappellerons les principaux éléments en mentionnant les améliorations qui y ont été apportées.

1) Dispositif de télécommande.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, le déclenchement à distance d'un cycle de mesure à bord de la bouée, se fait par l'envoi d'un signal H. F. modulé.

Ce signal s'obtient en pilotant par un oscillateur B. F., un émetteur radio réglé sur la même longueur d'onde que celle qui sert à la transmission des mesures (voir fig. 5).

La fréquence de modulation diffère suivant la bouée que l'on désire mettre en activité; elle est voisine de 1000 cycles; le signal dure 30 secondes.

Les circuits de la bouée, récepteur et filtre - les seuls à être alimentés pendant la période de veille - sont conçus de façon à n'être sensibles qu'à un signal présentant ces caractéristiques.

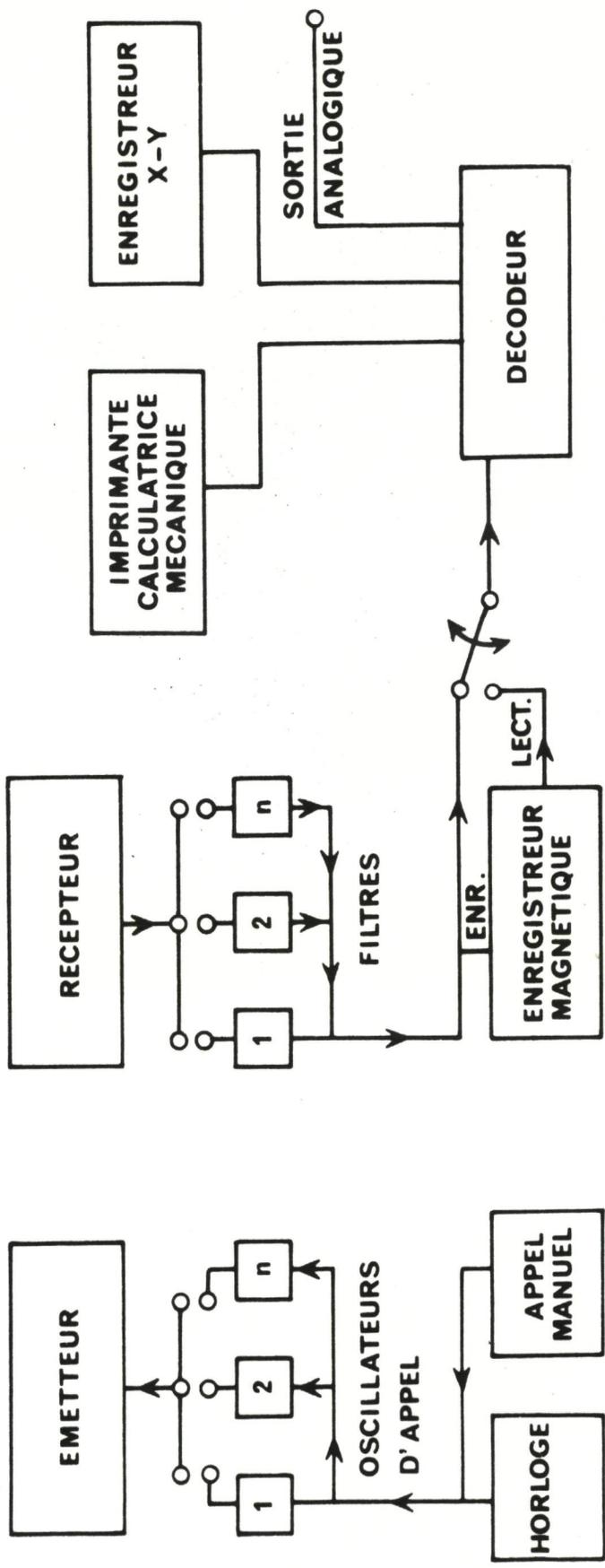
Le filtre provoque une atténuation de 45 db. par octave de part et d'autre de la fréquence à transmettre; il est précédé d'un écréteur; ce montage assure une sensibilité constante quelle que soit la distance de télécommande et diminue l'influence aux harmoniques.

Un détecteur à très grande constante de temps est connecté au filtre; il transmet une impulsion au circuit de contrôle (voir fig. 1) si un signal de fréquence appropriée a été reçu sans interruption pendant 10 secondes au moins. Cette impulsion provoque l'alimentation du codeur et de l'émetteur; après la transmission de deux cycles de mesure, le circuit de contrôle met à nouveau la bouée en état de veille.

2) L'émetteur.

L'émetteur est modulé par les signaux provenant du codeur; ses circuits sont classiques.

Il émet dans la bande des 27 Mcs avec une puissance de 4 watts. L'antenne, accordée en quart d'onde, est protégée des embruns par un manchon en acier de 50 cm. de long.



SCHEMA DE PRINCIPE-INSTALLATION FIXE

3) Alimentation.

Une source de courant unique alimente tous les circuits de la bouée. Elle est constituée par une batterie de piles sèches de 12 volts, avec une prise à 6 volts pour l'alimentation des circuits logiques.

Les circuits étant conçus pour fonctionner correctement sous une tension comprise entre 9,5 et 12,5 volts, aucune stabilisation n'a été prévue.

La consommation passe de 240 mW, en période de veille, à environ 8 watts pendant la transmission des mesures. La capacité des batteries étant de 120 watts/h, l'autonomie de la bouée est de dix jours environ, à raison de deux transmissions de huit mesures toutes les heures. Cette autonomie peut être augmentée en portant la capacité de l'alimentation à 360 watts ou en diminuant la cadence des transmissions.

La tension des batteries est contrôlée en permanence; si pour une cause ou l'autre, elle venait à tomber en dessous de 9 volts, une alimentation de secours serait automatiquement connectée à l'émetteur qui transmettrait un signal d'appel continu. L'autonomie de ce circuit est de deux jours.

4) Chassis intérieur.

Les circuits électroniques du codeur sont montés sur un chassis orientable de façon à faciliter l'inspection des éléments. Ce chassis, ainsi que ceux qui supportent les circuits auxiliaires, sont fixés à un cadre rigide en acier inoxydable qui, solidaire du couvercle, se glisse à l'intérieur du cylindre.

Le boîtier blindé de l'émetteur est disposé à la partie supérieure de la bouée; le compartiment des batteries, à la partie inférieure.

5) Flotteur et accessoires.

De même que celui de la version antérieure, le flotteur est cylindrique et stabilisé par un contrepoids. Les dimensions du cylindre sont : longueur 165 cm; diamètre 30 cm; poids : 45 kg.

L'extrémité supérieure du cylindre est garni d'un anneau sur lequel le couvercle qui supporte l'électronique est boulonné. L'étanchéité est assurée par un joint torique et des presse-étoupes pour les câbles. Sur le couvercle sont adaptés le support d'antenne, des anneaux de levage, une sortie pour feu de position et un câble pour les sondes (un conducteur par élément plus un fil de masse).

A la partie inférieure du boîtier quatre longerons sont soudés; ils permettent de fixer la tige renforcée de 150 cm de longueur qui supporte le contrepoids. Suivant la charge de la bouée, des poids en acier inoxydable entre 5 et 35 kg peuvent être utilisés; leur grande surface contribue à amortir les oscillations verticales de la bouée.

Un collier coulissant est serré sur le corps du cylindre et permet d'ancrer la bouée. Il faut régler la position de ce collier pour éviter que la bouée ne s'incline sous l'effet d'un courant violent.

Bien que résistant à la corrosion par sa construction en acier inoxydable au molybdène (amagnétique), le cylindre est peint en orange avec un émail "épikoté". Le comportement des bouées par mauvais temps est satisfaisant; la construction mécanique résiste aux chocs et est suffisamment légère pour ne pas constituer un danger pour la navigation.

IV. STATION PRINCIPALE.

Située à terre ou à bord d'un navire, la station principale remplit deux fonctions (fig. 5); l'une est la télécommande des bouées, qui est assurée par un émetteur, des oscillateurs d'appel et, éventuellement, une horloge à programme. L'autre consiste en la réception et l'identification des mesures, leur décodage et le traitement des résultats. Elle est remplie par un récepteur, des filtres et une installation de décodage.

A l'exception du décodeur, tous les éléments de la station principale sont réalisés à l'aide d'éléments commerciaux.

1) Installation de télécommande.

Le dispositif de déclenchement des bouées réagit à un signal modulé continu transmis sur la même longueur d'onde que celle qui est utilisée pour la transmission des résultats (Ch. III). Il suffit donc pour provoquer l'envoi de mesures par une bouée déterminée, de transmettre un signal radio modulé à la fréquence voulue.

L'émetteur de la station principale est couplé à une série d'oscillateurs fixes (ou un oscillateur variable entre 800 et 1200 cps.) correspondant aux fréquences d'appel des bouées.

Ce dispositif simple peut être déclenché par une horloge à programme ou sur intervention de l'opérateur. Il est utilisé à intervalles rapprochés pour localiser et récupérer les bouées à la fin d'un cycle de mesures.

2) Récepteur et filtres.

Le signal transmis par les bouées se présente comme une succession de périodes modulées à fréquence constante et de silence; l'on peut donc utiliser les techniques employées pour la transmission des messages morses.

La portée utile de transmission des mesures et leur dépouillement en présence d'interférences sont fortement améliorés par l'emploi de filtres à bande étroite réglés sur la fréquence de modulation des bouées. Cette fréquence varie d'un instrument à l'autre, ce qui permet leur identification et l'enregistrement simultané des signaux provenant de plusieurs bouées.

3) Décodeur.

Cet appareil permet le dépouillement automatique des signaux codés suivant le principe énoncé au chapitre II, quelle que soit leur cadence ou leur fréquence de modulation. Les mesures sont immédiatement disponibles sur le ruban d'une imprimante rapide.

Le décodeur peut servir indifféremment à dépouiller les résultats au moment de leur réception ou après enregistrement sur bande magnétique. Il est possible, dans ce dernier cas, de dépouiller rapidement une longue série de mesures en accélérant le défilement de la bande.

Le fonctionnement de cet appareil est illustré par la figure 6. Le signal codé qui se présente sous la forme illustrée au bas de la figure 2 est d'abord traité par le circuit de mise en forme.

La fonction de ce circuit est d'identifier les périodes de modulation et de silence, même si les conditions de propagation sont mauvaises (réception défectueuse de 30% de la durée d'un signal). Il utilise dans ce but un écréteur suivi d'un détecteur et d'un intégrateur à constante de temps réglable.

Le premier signal à être identifié est le signal de repérage; il déclenche aussitôt la mise en route d'un oscillateur à relaxation. Ce dernier provoque l'ouverture et la fermeture d'une série de 4 "gates" à la même cadence que celle qui, à bord de la bouée, commande l'apparition des incréments. Chaque "gate" commande l'accès à une mémoire binaire (flip-flop).

Ainsi, lorsque le premier incrément (400, pour le premier chiffre de la mesure) sera essayé à bord de la bouée, le gate correspondant du décodeur sera ouvert. Si cet incrément est retenu par le volt-mètre digital, le signal modulé transmis par le codeur (confer description Ch. III, 3 et 4) provoquera la mise en mémoire d'un "1" binaire dans le décodeur.

Lorsque toutes les mémoires correspondant au premier chiffre du nombre à transmettre auront été ouvertes puis fermées, les nombres binaires correspondants (4421 pour 400, 400, 200, 100) seront transmis à un convertisseur binaire-décimal simple.

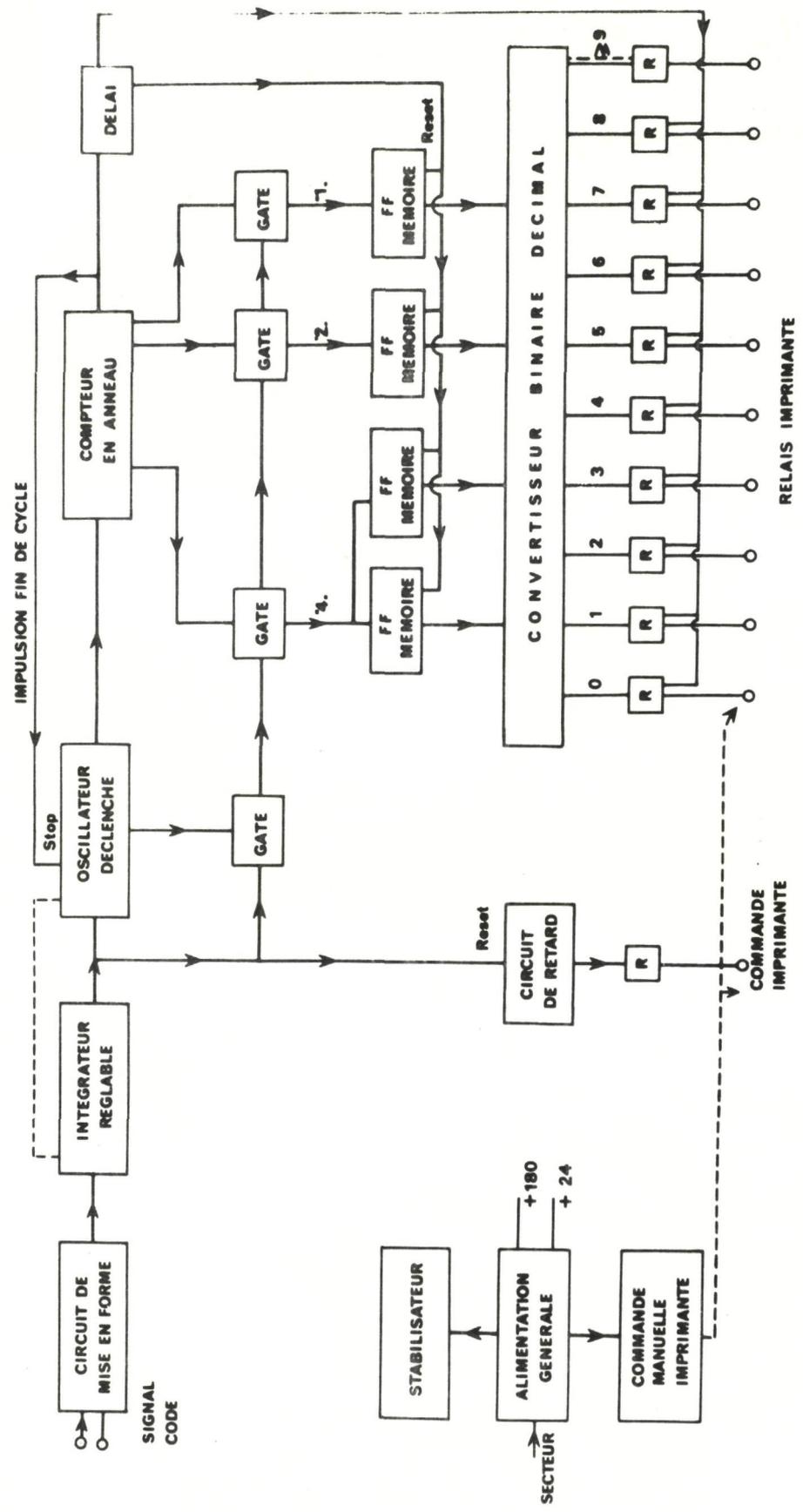
Durant le temps de silence qui sépare la transmission de deux chiffres, un circuit de délai connectera le convertisseur binaire décimal à des relais et le chiffre décodé sera transmis à l'imprimante.

Le même cycle se répètera trois fois (pour la transmission d'un nombre de zéro à mille). Chaque fois les quatre mémoires enregistreront la succession de périodes modulées et de silence correspondant aux quatre informations binaires transmises par la bouée. Elles transféreront ensuite ces résultats en langage décimal à l'imprimante.

A la fin d'une mesure complète, les signaux de la bouée sont interrompus pendant un temps plus long que celui qui sépare la transmission de deux chiffres.

SCHEMA DE PRINCIPE - DECODEUR

SYSTEME BINAIRE DECIMAL ; CODE 4421 AVEC IMPULSION DE REPERAGE



- Fig.6 -

Cette période sera mise à profit par le décodeur pour imprimer la mesure complète et faire avancer le papier d'un cran.

Cette succession d'opérations s'accomplit en synchronisme avec les opérations effectuées par le voltmètre de la bouée. Comme chaque chiffre est précédé d'un signal de repérage, la mauvaise lecture d'un chiffre n'affectera pas la lecture des chiffres suivants, ni, à fortiori, la mesure suivante.

Plusieurs cadences d'inscriptions sont possibles; elles seront choisies en fonction des conditions de propagation, la limite étant fixée par les possibilités de l'imprimante (5 nombres de 3 chiffres par seconde).

L'imprimante est prévue pour le calcul avec un nombre en mémoire; il est ainsi possible d'effectuer des opérations automatiques sur les lectures décodées (moyennes, multiplication par un facteur de correction constant, etc...)

La cadence des opérations est toutefois limitée par la durée du calcul mécanique.

Enfin, le décodeur est prévu pour la restitution analogique de la mesure transmise sous forme d'une tension comprise entre 0 et 1000 millivolts. Cette tension peut, par exemple, être injectée dans un enregistreur X-Y pour le tracé automatique des courbes d'évolution du phénomène étudié.

Il est à noter que le décodeur n'est pas indispensable pour la compréhension des mesures transmises par la bouée. Lors de la mise à l'eau, par exemple, un opérateur entraîné peut déchiffrer à l'oreille les signaux reçus au moyen d'un récepteur portatif et ainsi vérifier le bon fonctionnement de la bouée.

---ooOoo---

